

## **La Trampa Atractor: Las sinergias de simulación y análisis de componentes principales en el estudio de redes sociales de complejos sistemas adaptativos de las Tierras Bajas Mayas**

By: [Joel D. Gunn](#) and William J. Folan

Gunn, Joel D., and William J. Folan 2019 La Trampa Atractor: Las sinergias de simulación y análisis de componentes principales en el estudio de redes sociales de complejos sistemas adaptativos de las Tierras Bajas Mayas. In *XXVII Encuentro Los Investigadores De La Cultura Maya*, pp. 367–373. Universidad Autonoma de Campeche, Campeche, México.

Made available courtesy of Centro de Investigaciones Históricas y Sociales, Universidad Autónoma de Campeche, Mexico: <https://cihs.uacam.mx/>

### **Abstract:**

IHOPE-Maya se inició en 2009 en el Centro de Investigación Avanzada en Santa Fe y formó una red de investigación laxa volviendo a convocar de manera irregular para talleres y reuniones. Tras la reunión de Santa Fe, se procedió a recoger un conjunto uniforme de datos para su evaluación por el Análisis de Componentes Principales (PCA) (Gunn y IHOPE-Maya-Members 2010, Gunn et al 2016) y se compiló una simulación de recursos básicos y procesos sociales (Heckbert 2013, Heckbert et al. 2016). En 2014 Miller y Morissette (2014) publicaron un artículo en *Ecología y Sociedad* que sugiere que el desarrollo de la ciencia de inteligencia procesable para el beneficio de los tomadores de decisiones frente a los desafíos globales, requiere el análisis de datos, simulación y construcción de escenarios que involucre a las partes interesadas. Este ha sido el objetivo de largo plazo de la organización IHOPE a nivel mundial, por lo que decidimos tomar algún tiempo para evaluar nuestros esfuerzos en relación con sus sugerencias y utilizar los resultados para futuros planes.

**Keywords:** Maya | societies | archaeology | IHOPE-Maya

### **Article:**

**\*\*\*Note: Full text of article below**



A stone relief carving of a seated figure, possibly a deity or noble, with a large, ornate headdress, set against a dark, textured background.

LOS INVESTIGADORES DE LA

*Cultura*  
MAYA

*La niñez en la cultura maya*

Miriam Edith León Méndez  
María del Rosario Domínguez Carrasco  
Miriam Judith Gallegos Gómora  
Ricardo Armijo Torres

Editores





**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CAMPECHE**

**Mtro. José Román Ruiz Carrillo**

Rector de la Universidad Autónoma de Campeche

**Mtro. Fernando Medina Blum**

Secretario General

**Lic. Patricia del Pilar Bello Cárdenas**

Coordinador General de Asesores

**Lic. Manuel Enrique Pino Castilla**

Director General de Difusión Cultural

***Los investigadores de la cultura maya***  
***La niñez en la cultura maya***

es una publicación de la Universidad Autónoma de Campeche.

D.R. Universidad Autónoma de Campeche  
Primera edición 2019.

Editores:

Miriam Edith León Méndez

María del Rosario Domínguez Carrasco

Miriam Judith Gallegos Gómora

Ricardo Armijo Torres

Coordinador editorial:

Manuel Enrique Pino Castilla

San Francisco de Campeche, Campeche, México 2019

ISBN del libro: 978-607-8444-53-3

ISBN de la colección: 968-6585-41-9



# LA TRAMPA ATRACTOR: LAS SINERGIAS DE SIMULACIÓN Y ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES EN EL ESTUDIO DE REDES SOCIALES DE COMPLEJOS SISTEMAS ADAPTATIVOS DE LAS TIERRAS BAJAS MAYAS

Joel D. Gunn

Universidad de Carolina del Norte, Greensboro

William J. Folan

CIHS, Universidad Autónoma de Campeche

## Introducción

IHOPE-MAYA SE INICIÓ en 2009 en el Centro de Investigación Avanzada en Santa Fe y formó una red de investigación laxa volviendo a convocar de manera irregular para talleres y reuniones. Tras la reunión de Santa Fe, se procedió a recoger un conjunto uniforme de datos para su evaluación por el Análisis de Componentes Principales (PCA) (Gunn y IHOPE-Maya-Members 2010, Gunn et al. 2016) y se compiló una simulación de recursos básicos y procesos sociales (Heckbert 2013, Heckbert et al. 2016). En 2014 Miller y Morissette (2014) publicaron un artículo en *Ecología y Sociedad* que sugiere que el desarrollo de la ciencia de inteligencia procesable para el beneficio de los tomadores de decisiones frente a los desafíos globales, requiere el análisis de datos, simulación y construcción de escenarios que involucre a las partes interesadas. Este ha sido el objetivo de largo plazo de la organización IHOPE a nivel mundial, por lo que decidimos tomar algún tiempo para evaluar nuestros esfuerzos en relación con sus sugerencias y utilizar los resultados para futuros planes.

Este trabajo evalúa algunos de nuestros esfuerzos colectivos hasta ahora a la luz del plan de análisis desarrollado independientemente por Miller y Morissette, el suyo de las especies animales y el nuestro sobre los sistemas socio-ecológicos

de largo plazo. El primer paso es examinar nuestros hallazgos hasta la fecha. En particular, para comparar nuestras simulaciones y análisis de datos con respecto a la coherencia de la información y los gradientes energéticos de las sociedades centrales de las tierras bajas de los Mayas. En el análisis de datos encontramos evidencia de un complejo sistema adaptativo con propiedades emergentes y posible atractor. Nos gustaría entender estos fenómenos en términos de largo plazo y la adaptación cultural de múltiples etapas (Iannone 2014). A continuación, pasamos a lo que estos resultados implican para la toma de decisiones abordando los desafíos globales en vista de la metodología de Miller y Morissette.

Este documento debe considerarse un prelude a la lectura de Miller y Morissette, ya que su régimen plantea muchas cuestiones tales como incertidumbres, verificación, métodos alternativos de simulación y esquemas de análisis de datos que debemos abordar.

## Resultados de la simulación

El sistema MayaSim fue desarrollado en NetLogo por Scott Heckbert y ha sido publicado en Heckbert et. al. (2013, 2016). Se basa en seis variables biofísicas (clima, flujo hidrológico superficial, productividad, sucesión forestal, agotamiento del suelo y servicios ecosistémicos)



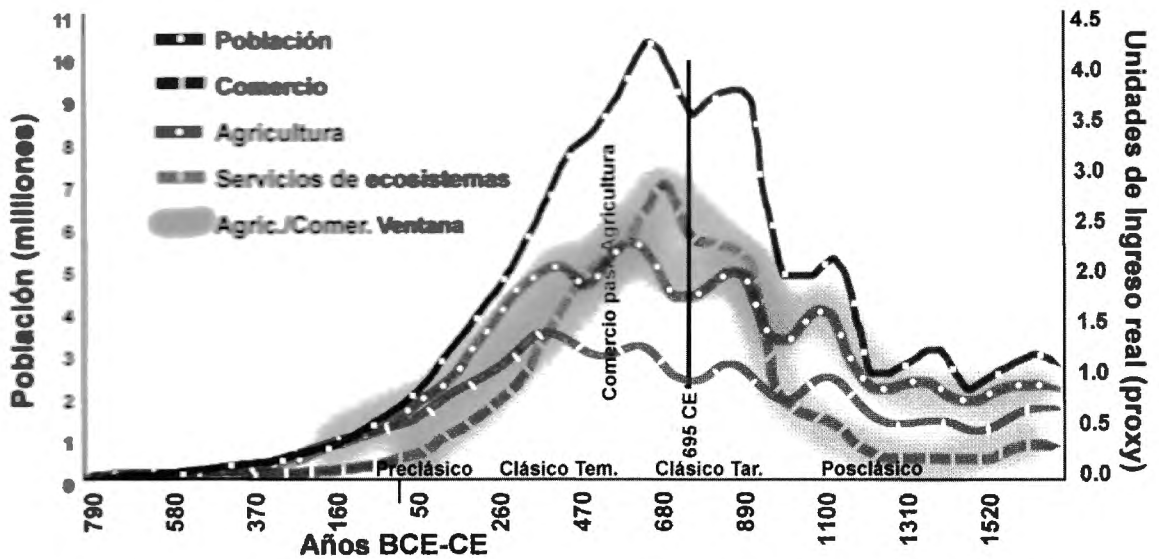


Figura 1. Desarrollo simulado de la economía y la población de las tierras bajas (adaptado de Heckbert 2014).

y seis variables antropogénicas (agricultura, demografía, densidad de población, gastos de viaje, comercio e ingresos reales). La simulación se ejecuta a través de las interacciones de estas variables en 600 pasos, cada uno equivalente a unos dos años en la visión de la antigua cronología maya.

Tres conjuntos de mapas que representan los pasos 200, 400 y 600 demuestran el estado de la población, los bosques y las redes comerciales en las etapas de inicio, auge y decadencia de la trayectoria maya precolombina. Un gráfico (Figura 1) de la salida de paso a paso muestra la producción agrícola que se eleva a través de las primeras fases de desarrollo y, a continuación, después de la etapa 180, su disminución a cerca de cero en el paso 600, a través de una media docena de perturbaciones del clima. La población estancada con el agotamiento del suelo, se eleva en la etapa 400 y después disminuye.

## Resultados del PCA

Los resultados del PCA son más inclusivos que los de la simulación. La coherencia urbana

del interior costero se calculó a partir del intercambio de información de diseño de cerámica entre las zonas urbanas, y gradientes de energía urbanas (Tainter et al. 2003, Isendahl et al. 2014) como se representa por la extensión de la cubierta forestal. Los resultados (Figura 2) se presentan en una forma algebraica matricial que permite a los investigadores ver el resumen como números de los subsistemas multidimensionales y sus interacciones (panel superior). Otros números, las puntuaciones de los componentes principales (panel inferior), muestran cómo los subsistemas se comportaron en el tiempo. Gráficamente, la matriz de PCA representa el tejido de la historia de un sistema complejo.

Nuestro análisis de seis ciudades de las tierras bajas centrales: Calakmul, Champotón, Río Azul, Lamanai, Caracol y Palenque, muestra que las ciudades caen en tres subsistemas principales. Discutiremos los dos primeros ahora, patrones 1 y 2, y el patrón 3 posteriormente. Los patrones 4 y 5 son de interés mundial y local pero no serán tratados aquí.

Patrón 1 en las -- **Ciudades del interior.** El primer patrón consiste en los sitios peninsulares



interiores, Calakmul, Río Azul (representando el estado de Tikal), Caracol y Palenque, muestran diferentes zonas climáticas y topográficas dentro del área de estudio, además de representar diferentes adaptaciones al paisaje altamente variable. El PCA patrón 1 representa la mayor parte de la actividad (41% de la varianza) en términos de la construcción del estado y la civilización en un periodo de 2,000 años, desde alrededor de 1000 aC a 1000 CE. Durante este tiempo construyeron enormes complejos infraestructurales: templos, palacios, caminos, canales, jardines en terrazas, huertos y mucho más, que requirieron una gran movilización de trabajo. Con el tiempo, estas inversiones cambiaron la relación de ganancia de energía, de alta a bajos rendimientos sobre la energía invertida (Tainter et al. 2003, Isendahl et al. 2014) que soportan grandes poblaciones, pero hicieron la sociedad vulnerable a las dinámicas sociales y climáticas. Los signos negativos de las variables de la cubierta forestal de los bosques interiores demuestran que consumieron gran

parte de su cubierta forestal/servicios de ecosistemas en este proceso. Las puntuaciones muestran que la intercomunicación entre los estados aumentó a través de las primeras fases de este periodo, fue aplastada durante unos cuantos siglos, y luego se sumergió en la incoherencia de información por el año 1000 CE.

**Patrón 2 en -- Las ciudades costeras.** Este grupo de ciudades es el segundo subsistema más activo del área de estudio (25% de la varianza). Construyeron mucho menos infraestructura y son generalmente menos grandiosas que sus vecinos interiores, o tal vez incluso que sus gobernantes durante el periodo clásico (Gunn et al. 2016). Con el tiempo, las ciudades costeras muestran un patrón alternativo de inicio como las ciudades del interior, pero alrededor de 400 aC (Preclásico Tardío), los dos patrones se bifurcan. El desarrollo en las costas continúa a una velocidad más lenta, pero sobre todo constante, desviándose finalmente del patrón de las ciudades interiores durante su Clásico Terminal

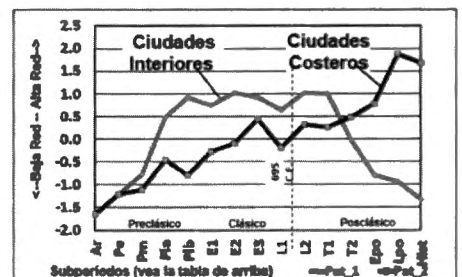
#### A Dimensiones temporales: análisis factorial de datos IHOPE-Maya

Subsistemas	1	2	3	4	5	Comunalidades	Ubicación
Componentes							
Date	.40	.13	-.08	.07	.10	0.91	Tiempo
Sealevel	.73	.11	.02	.24	.00	0.90	Nivel del Mar
Champon	.03	.53	.00	.27	.03	0.93	Costeros
Lamanai	.57	.46	.47	.19	.03	0.91	Costeros
Calakmul	.02	-.16	-.06	.14	.11	0.92	Interiores
Rio Azul	.36	.04	.21	.01	.00	0.87	Interiores
Caracol	.16	-.25	-.24	.11	.07	0.88	Interiores
Palenque	.33	-.09	.01	.13	.48	0.94	Interiores
Silvituc	-.17	.00	.43	.04	.16	0.95	Interiores
Peten Itza	.11	.04	.01	.04	.04	0.92	Interiores
Juan Plojo	-.01	.73	.49	.33	.00	0.98	Costeros
Eigenvalue	4.54	2.79	1.24	.71	.31		
Variance %	41	25	11	6	3		
Cum. % Var.	41	67	78	84	87		

#### B Dimensiones espaciales: puntajes de factor de patrón para IHOPE-Maya Data

Símbolo	Pat. 1	Pat. 2	Pat. 3	Pat. 4	Pat. 5	Periodo
Hist	-1.34	1.68	-0.78	-0.48	1.02	Histórico
Lpe	-0.93	1.88	-0.04	0.00	-0.38	Posclásico tardío
Epe	-0.81	0.78	1.23	1.25	-0.12	Posclásico temprano
T2	-0.01	0.47	-0.11	-0.38	-1.74	Clásico terminal 2
T1	0.99	0.27	-0.45	0.40	-0.82	Clásico terminal 1
L2	1.02	0.31	-0.22	0.14	-1.47	Clásico tardío 2
L1	0.65	-0.20	0.21	1.76	0.11	Clásico tardío 1
E3	0.91	0.45	0.63	-0.02	2.04	Clásico temprano 3
E2	1.02	-0.11	1.36	-0.71	0.46	Clásico temprano 2
E1	0.74	-0.28	0.74	-2.31	-0.12	Clásico temprano 1
Plb	0.91	-0.81	-0.08	1.20	0.15	Preclásico tardío b
Pla	0.48	-0.45	-2.47	-0.27	1.29	Preclásico tardío a
Pm	-0.78	-1.11	-1.33	-0.15	-0.34	Preclásico medio
Pa	-1.21	-1.22	0.68	0.33	0.34	Preclásico temprano
Ar	-1.64	-1.66	0.71	-0.37	0.07	Arcaico

C



D

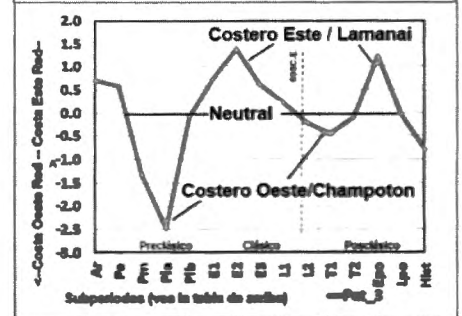


Figura 2. Patrones espaciales y temporales en cerámica de élite, Bosques y Niveles del Mar utilizando Análisis de Componentes Principales (PCA).



(1000 CE). Ellas continúan en la era histórica. En otras palabras, fueron sostenibles como lo indica el vínculo positivo (mar verde) de la variable de su cubierta forestal. Aunque menos espectacular, se cree que han logrado tanto o más comercio que las ciudades interiores, gracias a los bajos costes y eficiencias de su transporte marítimo, como a sus extensos vínculos comerciales internacionales (Sabloff 2007).

### Contrastes entre la simulación y PCA

Probablemente el contraste más importante entre la simulación y los resultados de PCA surge de la inclusión de los procesos costeros en el análisis. Lo más probable es que, debido a su volumen de fuerza de corte durante el Periodo Clásico, las ciudades del interior eclipsaron completamente a las costeras. Las tendencias en la evidencia implican que probablemente estaban bajo el control de las ciudades del interior y tal vez les proporcionaron recursos críticos como alimentos y sal. Esto podría explicar por qué la simulación muestra un pico e inmediato declive de la población durante el Clásico. A modo de

contraste, el análisis de PCA muestra un periodo de 1,000 años de estabilidad antes del declive. Esto significa que las ciudades del interior estaban "en el control de sus destinos" por una buena cantidad de tiempo, probablemente a través de los extensos esfuerzos de gestión de la conservación de suelos y agua (Gunn et al. 2012, Isen-dahl et al. 2014). Finalmente, fueron abrumados por una acumulación de circunstancias, el agotamiento de los suelos como se indica en la simulación, pero también los desastres climáticos y los cambios en las costumbres comerciales a medida que pasaban del transporte terrestre al transporte marítimo.

Una superposición de los patrones de asentamiento producidos por la simulación en el mapa topográfico (Figura 3), con las ciudades de muestra del PCA cita evidencias diferencias notables. La simulación sitúa la mayor parte de la población en terrenos más bajos con los mejores suelos. El mapa actual, sin embargo, muestra que las dos grandes ciudades en el Mesoplano, el centro alto de la península, no son evidentes en el patrón de asentamiento simulado. Esto se debe a que la cultura maya en el Clásico desa-

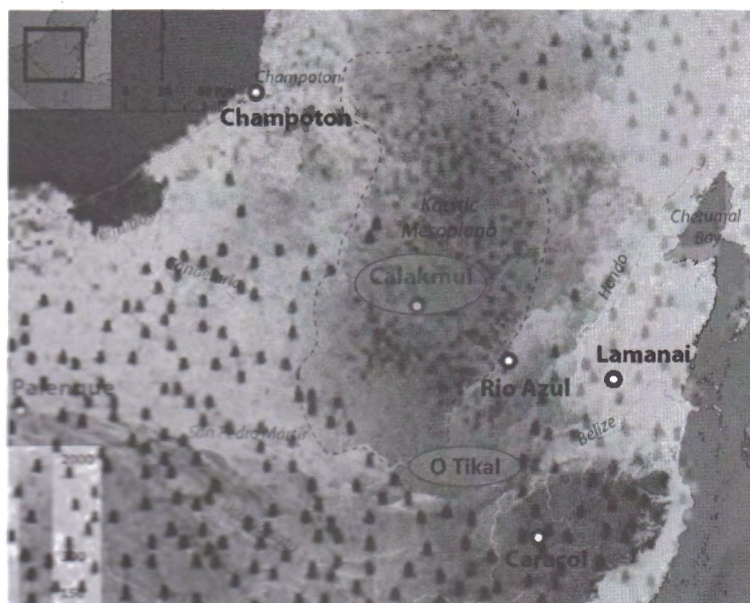


Figura 3. Las ciudades más grandes están ubicadas en promontorios en el interior elevado del Mesoplano de la Península.

rolló el arte de preservar el agua durante la estación húmeda para sostener grandes poblaciones en la estación seca. Esto permitió que las grandes áreas urbanas fueran capaces de sostener la carga de información necesaria para una sociedad y comercio complejos (Cowgill 2001, van der Leeuw 2007). Por desgracia, también los expuso a graves sequías a largo plazo recurrentes aproximadamente cada 300 años en las tierras bajas (Gunn et al. 1995). Cuando los altos costos (para la subsistencia, el mantenimiento de la infraestructura y el conspicuo consumo entre las élites), el agotamiento del suelo, el avance de la tecnología marina y el mal clima convergieron, causaron un colapso en todo el sistema. Fue



reemplazado por un sistema marítimo más eficiente y una organización menos pesada en la cima. La cultura maya no desapareció por ningún medio. Se reorganizó.

Preguntas adicionales son planteadas por un gráfico en 3D de los tres primeros conjuntos de puntuaciones de los componentes. El tercer componente principal (11% de la varianza) parece reflejar un complejo subsistema de interacciones entre las comunidades marítimas y las internas. Está firmemente arraigado en las realidades militares y comerciales del Clásico Tardío (500-800 CE) en que es fundamental en la transferencia de energía de un sistema hegemónico basado en Calakmul/Caracol antes de 695 CE, a un sistema siguiente basado en Tikal. El momento crítico según Martin y Grube (2008:37), estudiantes de los registros escritos mayas de la época, fue una batalla en una ciudad a medio camino, Naachtun, en el que Tikal finalmente dominó a Calakmul después de cientos de años de luchas. Esto parece haber producido un cambio en la orientación comercial de la costa oriental a la occidental, probablemente influido por el poder creciente del México de las tierras altas en el área de las tierras bajas. Esto también habría impulsado la preferencia tecnológica cambiante lejos del transporte por tierra, favorito de Calakmul, y el transporte sobre el mar, la preferencia necesariamente de los comerciantes del Altiplano interesados en los productos básicos de los mayas de tierras bajas.

Podemos ver las tendencias de largo plazo en la región si correlacionamos el patrón 1, (Figura 4) con gradientes de energía debido a sus altos costos de construcción y mantenimiento; el patrón 2 con coherencia de información a través de las tierras bajas, y los cambios de énfasis de la costa este a la oeste, evidentes en las relaciones del patrón 3. En última instancia, el deseo de los mayas podría haber sido hacia una sociedad de alta coherencia,

de bajo gradiente. Esto puede parecer un poco tautológico, pero las limitaciones de las huellas urbanas tropicales lo dictan como la última necesidad para evitar la enfermedad y el hambre en la región: tiene que ser dispersado para evitar el aprovechamiento excesivo y la contaminación. Como puede verse, no sólo los mayas terminaron con tal sociedad en el Posclásico (ver **Epo (Postclásico Temprano) – Lpo (Postclásico Tardío) --Hist (Histórico) en gris medio**), sino parece que ellos lo consiguieron previamente en el Preclásico (ver **ar-Lpo (Arcaico-Postclásico Tardío), de color gris claro**). Entre tanto, el sistema fue atraído hacia una lucha interna contra sí mismo, a la que se hace referencia en la teoría de sistemas complejos como un “atractor”. Después de pasar cerca de 800 años en el atractor altamente insostenible, pero sin duda excitante, el sistema se derrumbó y la trayectoria se dirige hacia el sistema económico más provechoso.

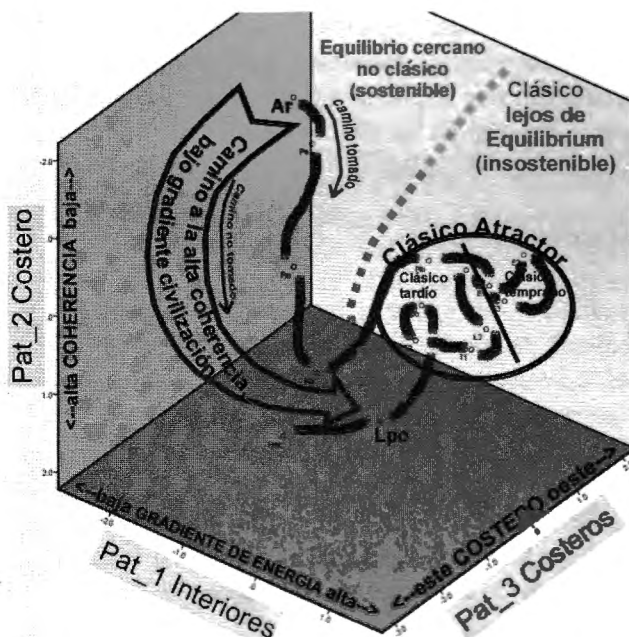


Figura 4. Cuando los puntajes multifactoriales se trazan en 3D, los subperíodos clásicos forman un apretado grupo de puntos que tienden hacia la alta coherencia cerámica entre las ciudades interiores (Patrón 1), los enlaces cerámicos de la costa oeste (Patrón 3) y los enlaces medianos con las ciudades costeras (Patrón 2).



## Sinergias

Es evidente a partir de este estudio que Miller y Morisette estaban en lo cierto al identificar la posibilidad de sinergias entre ejecuciones paralelas de simulaciones y análisis de datos. En nuestro caso, el análisis de datos parece señalar varios procesos que aún no se han implementado en la simulación. (R. Cesarette, ASU, está trabajando actualmente en esto).

Tanto la simulación y los análisis de datos puntualizan dificultades del suelo. Sin embargo, para el futuro de los estudios de IHOPE, los análisis combinados parecen implicar que los datos sobre sistemas de información pasados ayudan al diseño de la simulación señalando procesos no acomodados, tales como el atractor que acabamos de mencionar. La simulación necesita acomodar los procesos de asentamiento en el mesoplano de las tierras altas a través de la recolección y conservación del agua. Tiene que tener en cuenta las diferencias entre las ciudades marítimas y del interior. Algunas de las más tardías son probablemente causadas por influencias externas, aún por implementar en relación con el interés comercial de las tierras altas de México y el cambio climático global.

## Conclusiones

El análisis parece apuntar a algunos problemas de fondo interesantes para las sociedades. ¿Tienen que pasar todas las sociedades por un periodo de atracción? ¿Tal vez como una escuela a nivel de la sociedad, para el aprendizaje de la sociedad compleja?

En cuanto a las decisiones planetarias basadas en la experiencia maya que deben estar en la agenda de los actuales tomadores de decisiones, sugerimos:

- 1) Intentar construir sociedades altamente coherentes, que parezcan ser universalmente satisfactorias para los seres humanos, que están en equilibrio con sus contextos ambientales,

satisfactorio y sostenible a nivel local para sus poblaciones. La solución Maya fue de poblaciones que se movieran hacia el mar, pero las sociedades modernas tienen medios adicionales de producción de energía y transporte sostenible.

- 2) Sugerimos que la intervención de las tierras altas de México, un poder subtropical, probablemente interrumpió la relación maya con su ambiente tropical al sugerir la ingeniería de la ciudad de agua para reproducir las ventajas de la gran ciudad en términos de intercambio de información. La implicación es asegurarse de que los consejos ofrecidos de un estado a otro se ajusten correctamente a los requisitos de la huella urbana local.
- 3) Las grandes inversiones en capital terrenal, que requieren un alto mantenimiento, son vulnerables a las circunstancias e imponen compensaciones en términos de servicios de ecosistemas. Las ciudades acuáticas masivas como Calakmul, Caracol y Tikal fueron ciertamente ejemplos de construcción de paisaje en los promontorios altos, algo fuera del alcance del ambiente bio-activo tropical. Los agentes de cambio mayas (dinastías) lograron producir la inversión de capital, pero obviamente fallaron en el mantenimiento de largo plazo debido al espectro de sequías cíclicas duraderas. Las comunidades modernas deben ser cautelosas con los proyectos de alto mantenimiento.

## Agradecimiento

Agradezco la ayuda de Dr. Christian Isendahl y el Dr. Ubaldo Dzib Can por la traducción de este trabajo.

## Bibliografía

- Cowgill, George L.  
2004 "Orígenes y desarrollo del urbanismo: perspectivas arqueológicas". *Revisión Anual de Antropología* 33525-549. archivo: [/// C:/w/Archive04/Civilization/Cowgill2004Urbanism.pdf](http://C:/w/Archive04/Civilization/Cowgill2004Urbanism.pdf).



- Gunn, Joel, William J. Folan, y Hubert R. Robichaux  
1995 "Análisis del Paisaje de la Cuenca de la Candelaria en México: Perspectiva de los Paleoclimáticos que afectan a la Horticultura de Upland en el Semi-Karst del Sur de la Península de Yucatán". *Geoarqueología* 10 (-): 3-42. C: \ w \ Archive04 \ GunnPubs \ Mesoamerica \ Gunn1995Candelaria.pdf.
- Gunn, Joel D., William J. Folan, J., Day Jr., John W. y Betty B. Faust  
2012 "Laguna de Términos / Núcleo Delta del Río Candelaria: Condiciones de Ocupación Urbana Sostenible en el Interior de la Península de Yucatán". *Estudios de Cultura Maya* XXXIX.67-97. archivo: /// C: /w/Compositions/Panlau%20CM04/CulturaMaya7.doc.
- Gunn, Joel D. e IHOPE-Maya\_Members  
2010 *Análisis inicial del Real IHOPE-Maya de datos: hubo manera de los mayas Woodlands a lo largo de las costas? En NCEAS (Centro Nacional de Análisis y Síntesis Ecológicos) Grupo de Trabajo IHOPE-Maya. Manuscrito en el archivo con el autor, Santa Bárbara.*
- Gunn, Joel D., Vernon L. Scarborough, William J. Folan, Christian Isendahl, Arlen F. Chase, Jeremy, Sabloff, Beniamino Volta y I.-M Miembros  
2016 Análisis de distribución de la red de eco-información de las Tierras Bajas Mayas: sus aumentos, caídas y cambios. *Ecología y Sociedad* en revisión.
- Heckbert, Scott  
2013 "MayaSim: Un Modelo Agente-Basado del Antiguo Sistema Social-Ecológico Maya". *Diario de Sociedades artificiales y Simulación Social* 16 (4): 11. (<http://jasss.soc.survey.ac.uk/16/4/11.html>>).
- Heckbert, Scott, Christian Isendahl, Joel Gunn, Simon Brewer, Vernon Scarborough, Arlen F. Chase, Diane Z. Chase, Robert Costanza, Nicholas Dunning, Timothy Beach, Cheryl Luzzader-Beach, David Lentz y Paul Sinclair  
2016 Creciendo el sistema socio-ecológico maya desde abajo hacia arriba: Usando modelos de sistemas complejos para probar la teoría de la resiliencia. C. Isendahl y D. Stump, (eds.). *Arqueología Aplicada, Ecología histórico y el pasado utilizable*. Oxford University Press, Oxford.
- Iannone, Gyles  
2014 "La dinámica de la antigua historia del desarrollo maya", pp. 21-50 en G. Iannone, (editor). *Las grandes sequías mayas en el contexto cultural: estudios de caso en resistencia y vulnerabilidad*. Prensa universitaria de Colorado, Boulder.
- Isendahl, Christian, Nicholas P. Dunning y Jeremy A. Sabloff  
2014 "Crecimiento y descenso en las economías políticas clásicas de Maya Puuc", pp. 43-55. A.F. Chase y V.L. Scarborough, (eds.). *La resiliencia y la vulnerabilidad de los paisajes antiguos: La transformación de Arqueología Maya a través IHOPE*. Asociación Antropológica Americana, Toronto, Canadá.
- Martin, Simon y Nikolai Grube  
2008 *Crónica de las reinas y reyes mayas: Descifrando las dinastías de los antiguos mayas, segunda edición*. Thames & Hudson, Londres.
- Miller, Brian W, y Jeffrey T. Morissette  
2014. "Integración de herramientas de investigación para apoyar la gestión de sistemas socio-ecológicos bajo el cambio climático". *Ecología y Sociedad* 19 (3): 41. (<http://dx.doi.org/10.5751/ES-06813-190341>).
- Sabloff, Jeremy A.  
2007 Depende de cómo veas las cosas: nuevas perspectivas sobre el periodo posclásico en las tierras bajas del norte de Maya. *Actas de la Sociedad Americana de Filosofía* 151 (1): 11-25. file: /// H: /w/CompCalakmul/IHOPE%20Jan10/Maritime%20Maya/Sabloff2007PostclassicShipping.pdf.
- Tainter, Joseph A., Timothy F.H. Allen, Amanda Little y Thomas W. Hoekstra  
2003 "Transiciones de Recursos y Ganancia de Energía: Contextos de Organización. Conservación". *Conservación Ecología* 7 (3): 4. (<http://www.consecol.org/vol7/iss3/art4>).
- van der Leeuw, Sanders E.  
2007 "El procesamiento de la información y su papel en el surgimiento del sistema mundial europeo", pp. 213-241. R. Costanza, L.J. Graumlich, y W. Steffen, (eds.). *¿Sostenibilidad o colapso? Una Historia Integrada y futuro de las personas en la Tierra (Informes Taller Dahlem)*. El MIT Press, Cambridge MA.



